

Функциональное зонирование территории показало, что нормируемые объекты (жилая застройка, коллективные сады, социальные объекты) находятся за пределами расчетной СЗЗ.

Полученные результаты натурных исследований загрязнения атмосферного воздуха и измерений уровней шума свидетельствуют о достаточности границ расчетной СЗЗ.

В целом, сокращение санитарно-защитной зоны позволяет предприятию соблюдать требования санитарно-эпидемиологических правил, позволяет ликвидировать статью расходов на отселение жителей, требующих значительных затрат ресурсов, сократить размер земельного налога [3]. Кроме того, сокращение СЗЗ дает возможность вернуть в народно-хозяйственное обращение отчужденные ранее земельные территории, что имеет важное экономическое и социальное значение, позволяет получить существенный ресурсосберегающий эффект.

#### Список использованных источников

1. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ (с изм. от 25.11.2013 № 317-ФЗ).
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. М.: Минздрав РФ, 2003.
3. Закон РФ «О плате за землю» от 11.11.1991 № 1783-1 (с изм. от 26.06.2007 № 118-ФЗ).

УДК 666.3.022.1

Сватова Е. Ю., Земляной К. Г., Доронин А. В.  
Уральский федеральный университет  
evgen210891@mail.ru

## ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА КРАСНЫХ ШЛАМОВ

**Аннотация.** В работе изложены проблемы ресурсосбережения и экологии накопленных отходов металлургической промышленности. Рассмотрен гидрометаллургический способ переработки красного шлама. Представлены полученные продукты и их применение.

За последние годы в России накоплено более 600 млн. т красных шламов и ежегодно в стране образуется порядка 6 млн. т этого продукта, являющегося высоко опасным отходом, требующим больших затрат на хранение. Например, на заводах «БАЗ» г. Краснотурьинск и «УАЗ» г. Каменск-Уральский накоплено около 137 млн. т красных шламов и ежегодно образуется и складывается около 3 млн. т. Несмотря на ежегодный рост объемов образуемых отходов, утилизируется и перерабатывается лишь небольшая их часть, а основной объем размещается на шламовых полях, являющихся источником повышенной экологической опасности. Исходя из этого, разработка безотходной технологии переработки и утилизации шламов является актуальной задачей. Их комплексная переработка

способствует ресурсосбережению, а также снижению загрязнений окружающей среды.

Между тем красные шламы представляют значительный интерес для переработки, поскольку содержат значительное количество ценных компонентов, используемых в различных отраслях промышленности – железо, алюминий, титан, кремний, редкие и рассеянные элементы и другие.

В данной работе предложен экономически эффективный метод гидрометаллургической переработки отходов алюминиевого производства сернокислотным выщелачиванием с целью получения железного концентрата ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и кислотоупорного остатка, содержащего оксиды алюминия, титана и кремния. Этот метод позволяет селективно извлекать из отходов ценные металлургические составляющие с целью их дальнейшей переработки.

Экспериментальная часть. Для исследования был использован красный шлам ОАО «УАЗ» г. Каменск-Уральский, полученный с пульпопровода подачи свежесформованного красного шлама на шламовые поля.

Химический состав исходного сырья представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав исходного сырья									
Содержание, мас. %									
п.п.п.*	Al	Na	P	S	Ca	Mg	Ti	Fe	Si
7,5	8,64	4,24	0,20	0,52	5,37	0,55	2,40	30,80	6,22

\*п.п.п. - потери при прокаливании, %.

Исследования по выщелачиванию проводили гидрометаллургическим способом растворами серной кислоты и гидросульфата аммония. В ходе исследования определили оптимальные условия выщелачивания – температуру, соотношение Т:Ж и концентрацию реагентов для получения максимальной степени и скорости извлечения. Контроль проводили по изменению массы образцов и химическому составу кеков и растворов. Этапы эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2

Процесс переработки красного шлама	
Этап	Процесс
1	Выщелачивание красного шлама (Т:Ж=1:14; $T_{\text{выщ.}}$ =3 мин; $t_{\text{кипение}}$ ) с получением раствора и КУО (кислотоупорного остатка)
2	Фильтрация КУО
3	Выщелачивание КУО (Т:Ж=1:14; $T_{\text{выщ.}}$ =30 мин; $t_{\text{кипение}}$ )
4	Промывка КУО, сушка
5	Осаждение железа из полученного раствора (раствором аммиака при pH=4,2)
6	Фильтрация гидроксида железа
7	Промывка гидроксида железа
8	Сушка гидроксида железа
9	Осаждение примесей из раствора
10	Промывка примесей
11	Сушка примесей

Выбранные условия выщелачивания основываются на массе кислотоупорного остатка и максимальному проценту извлечения ценных элементов.

При выщелачивании гидросульфатом аммония при оптимальных условиях получили высокоглиноземистый концентрат. В его состав входят примеси (мас. %:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 25,88;  $\text{SiO}_2$  – 17,21;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 47,19;  $\text{TiO}_2$  – 3,68) и кислотоупорный кек (мас. %:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 43,13;  $\text{SiO}_2$  – 20,82;  $\text{TiO}_2$  – 20,58).

Полученный оксид железа имеет следующий состав основных компонентов (мас. %:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 93,38;  $\text{Cl}$  – 1,08;  $\text{MnO}$  – 2,19;  $\text{MgO}$  – 0,75.)

Переработка полученных продуктов заключается в осаждении аммиачным раствором примесей железа и алюминия в виде гидроксидов и их фильтрацией.

Все готовые продукты гидрометаллургической переработки красного шлама пригодны для дальнейшего использования в металлургической, огнеупорной и других отраслях промышленности.

Предложенный способ переработки экономически эффективный за счет регенерации используемых растворов (аммиака и гидросульфата аммония) и низкой себестоимости процесса.

Выводы.

1. Исследованы способы гидрометаллургической переработки красного шлама завода «УАЗ» г. Каменск-Уральский и определен из них самый перспективный: гидросульфатный гидрометаллургический способ переработки.

2. Определены оптимальные условия для проведения выщелачивания гидросульфатом аммония.

3. В результате гидросульфатного способа выщелачивания получено 3 целевых продукта, которые могут заменить сырье в металлургической промышленности для получения металла, использования в качестве флюсов и др.

4. Гидрометаллургический способ переработки позволяет полностью утилизировать красные шламы и получать целевые продукты для дальнейшей переработки без образования вторичных отходов, что позволяет решать также и экологические проблемы хранения высокоопасных отходов производства алюминия.

5. Низкая коррозионная активность выщелачивающего раствора (гидросульфата аммония) позволяет снизить затраты на производство и эксплуатацию технологического оборудования. По сравнению с пирометаллургическими способами переработки глинозёмистого сырья гидрометаллургические имеют преимущества в стоимости закупки и обслуживании основного технологического оборудования и многократное преимущество в потреблении энергоресурсов.